

# Sistemas Distribuidos

## *Computación móvil*

Fernando Pérez Costoya

*fperez@fi.upm.es*

# Contenido

- Introducción
- Retos de la computación móvil
  - Por uso de comunicación inalámbricas
  - Por movilidad
  - Por portabilidad
- *Context-aware Computing*
- Programación de sistemas móviles

# Evolución en el modelo de computación

- *Mainframes*
- Sistemas distribuidos (desde principio década 80):
  - Gracias a PCs y mejoras en redes
  - Máquinas en red trabajando de forma coordinada
  - Tecnologías maduras (objeto de esta asignatura)
- Computación móvil (desde principio década 90)
  - Gracias a mejoras en portátiles y redes inalámbricas
  - Conectados a infraestructura cableada o en redes *ad hoc*
  - Información “*anywhere anytime*”
  - Investigación desde década 90
  - Tecnologías en maduración

# Evolución en el modelo de computación

- Computación ubicua (*UbiComp*)/*Internet of Things* (actualmente)
  - Gracias a mejoras miniaturización de computadores
  - Evolución/generalización de la computación móvil
  - Computadores omnipresentes, parte de ellos móviles
  - Algunos empotrados en sistemas físicos, invisibles al usuario
  - Otros portados, consciente o inconscientemente, por el usuario
    - *Wearable Computing*
  - Conectados entre sí ofreciendo un valor añadido
  - Plenamente integrados en el mundo para facilitar vida cotidiana
    - Aunque, probablemente, con menos privacidad
  - Información “*everywhere everytime*”
  - Tecnologías en efervescente investigación
- Presentación se centra en la computación móvil

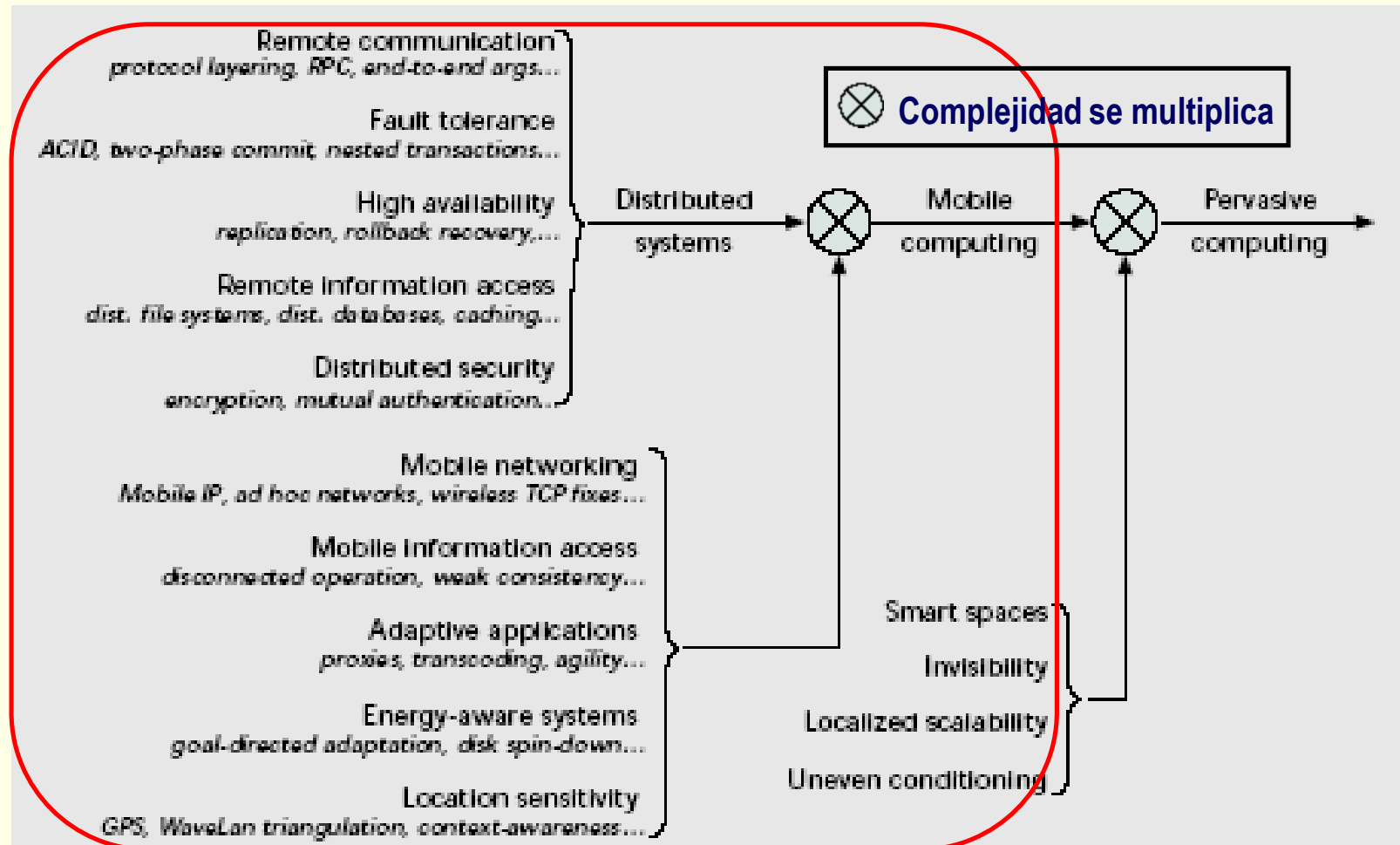
# Tipos de redes (extraído del libro de Coulouris)

---

	<i>Example</i>	<i>Range</i>	<i>Bandwidth</i> <i>(Mbps)</i>	<i>Latency</i> <i>(ms)</i>	
<i>Wired:</i>					
LAN	Ethernet	1-2 kms	10-1000	1-10	
WAN	IP routing	worldwide	0.010-600	100-500	
MAN	ATM	250 kms	1-150	10	
Internetwork	Internet	worldwide	0.5-600	100-500	
<i>Wireless:</i>					
	+ Comunicación corto alcance: IR, NFC,...				
WPAN	Bluetooth (802.15.1)	10 - 30m	0.5-2	5-20	clásico vs lowEnergy
WLAN	WiFi (IEEE 802.11)	0.15-1.5 km	2-54	5-20	
WMAN	WiMAX (802.16)	550 km	1.5-20	5-20	
WWAN	GSM, 3G phone nets	worldwide	0.01-02	100-500	

---

# Nuevos retos de la computación móvil



**Pervasive ≈ Ubiquitous**

**Pervasive Computing: Vision and Challenges**

**M. Satyanarayanan**

# Nuevos retos de la computación móvil

- Por el uso de redes inalámbricas
  - De peor calidad que las alámbricas
- Por la movilidad
  - Podemos incluso cambiar de continente mientras lo usamos
- Por su portabilidad
  - Para ser portables deben ser muy ligeros

# Retos de c. móvil por comunicaciones inalámbricas

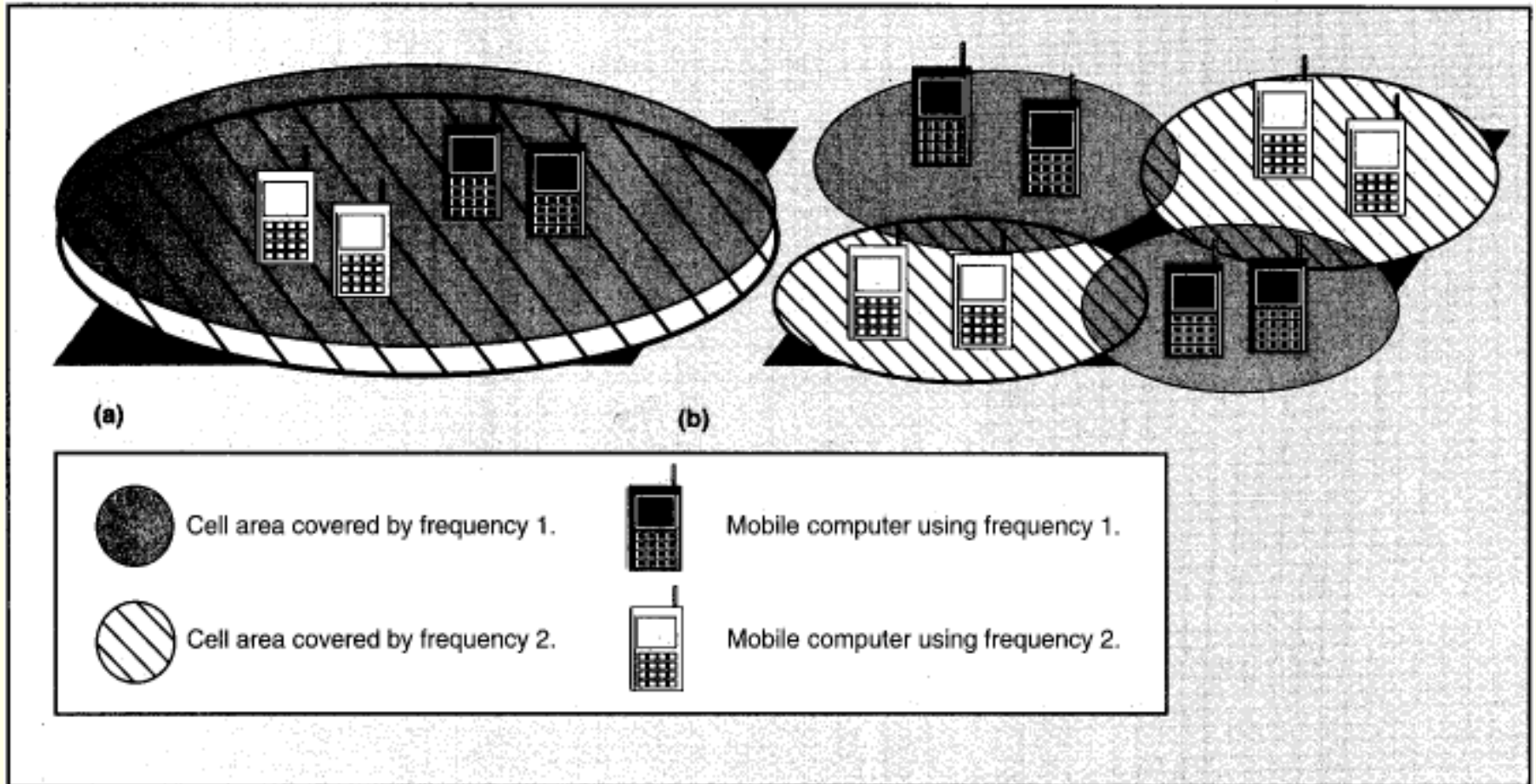
- Ancho de banda menor y más variable que en redes cableadas
  - Agrupar (*pre-fetching/delayed write*) y comprimir datos
  - **Adaptación** a ancho de banda disponible
    - P. e. Ajustar calidad de videoconferencia
    - Tipos de adaptación
      - ▶ Automática: SO y/o aplicación
      - ▶ Consultando a usuario
- Mayor propensión a errores y a la desconexión
  - Modo de operación desconectado
    - Requiere “*thick client*”: más recursos en clientes
      - ▶ “Fricción” entre autonomía y consumo de recursos
    - Por ejemplo, sistema de ficheros CODA
- Menos seguras: cifrado (adaptado a posible limitación de recursos)
  - Cifrado asimétrico requiere más recursos



# Rango de alcance y capacidad de la red

- ¿Cuánto mayor alcance mejor?
  - Intuitivamente, sí pero no es siempre así en c. móvil/*UbiComp*
- Limitar alcance de la comunicación:
  - Reduce consumo dispositivo móvil
  - Muy corto alcance posibilita comunicación directa entre nodos
    - P.ej. NFC
    - Puede posibilitar intercambios de datos seguros
  - Permite reutilización de ancho de banda
    - Más nodos en el mismo espacio físico
    - Concepto de bits/s/m<sup>3</sup>
      - ▶ ¿Cuántas comunicaciones simultáneas “cabén”?

# Rango de alcance y capacidad de la red

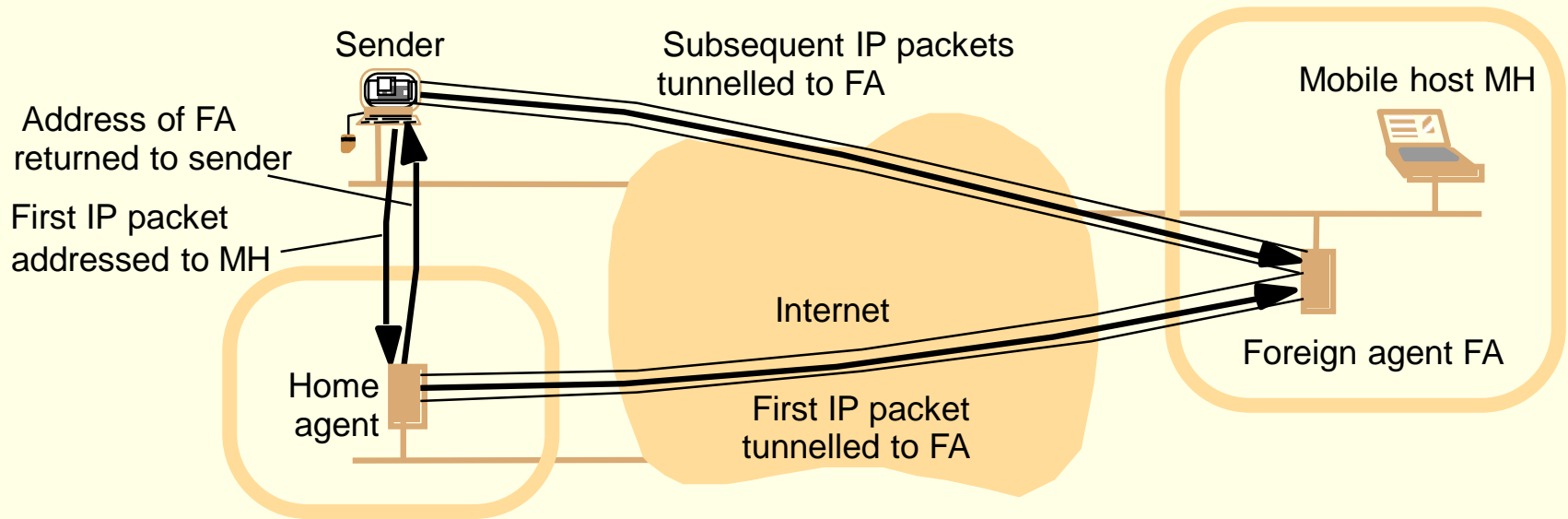


*The Challenges of Mobile Computing*  
G.H. Forman y John Zahorjan

# Retos de la computación móvil por movilidad

- Puede implicar cambio en tecnología de red usada
  - Variabilidad en ancho de banda
- Puede implicar cambio en punto de acceso a red cableada
  - Facilitar configuración automática
    - P. ej. DHCP, *dynamic DNS*, *Zero configuration*
  - Migración de direcciones
    - *Mobile-IP*
- Además de retos, abre nuevas posibilidades
  - *Location-based computing*
    - Comportamiento de aplicación depende de ubicación
    - Aspecto clave en computación móvil/ubicua
    - Implicaciones en aspectos de privacidad

# Mobile IP



*Distributed Systems: Concepts and Design*  
Coulouris, Dollimore y Kindberg

# Retos de la computación móvil por portabilidad

- Portátiles: recursos limitados (energía, UCP, memoria, HW de IU)
- Energía por baterías (alternativa: *power foraging*)
  - HW de bajo consumo (p. e. UCP menor frecuencia y voltaje)
  - SW diseñado para reducir consumo
    - Algoritmos que premien bajo consumo sobre eficiencia o calidad
    - Esquemas con más cómputo y menos comunicación
      - ▶ Con más recepción que envío en el portátil
    - Poner en bajo consumo recursos no usados
  - *Cyber foraging*:
    - Envío tareas complejas a máquinas de infraestructura red cableada
  - **Adaptación** a energía disponible (*energy-aware adaptation*)
    - P. e. Ajustar calidad de videoconferencia
  - *Resource-aware computing*
    - Aplicación notificada de nivel de disponibilidad recursos vitales

# Retos de la computación móvil por portabilidad

- HW de IU limitado
  - Pantalla de “menos calidad”
  - Dispositivos de entrada alternativos: *pen*, voz, táctil, ...
  - Aplicaciones independientes del dispositivo
  - **Adaptación** del contenido a las:
    - Características del dispositivo
      - ▶ HW de IU y limitaciones de recursos (energía, ancho de banda,...)
    - Preferencias del usuario
  - Generación de contenido adecuado para un dispositivo:
    - Estática:  $N$  versiones del contenido previamente generadas
    - Dinámica: por demanda
      - ▶ Se genera sobre la marcha contenido adaptado al dispositivo
      - ▶ Si contenido multimedia → *transcoding*
- “Fragilidad”: golpes, pérdidas, robos, ...

# Contexto

- Sistema integrado en mundo físico
  - Tiene que conocer/sentir el mundo exterior → *Sensores*
- Contexto (mundo externo + usuario + dispositivo)
  - Entorno de computación
    - HW disponible, niveles de conectividad y energía actuales
  - Entorno del usuario
    - Ubicación, gente próxima, situación social
  - Entorno físico
    - Climatología, iluminación, nivel de ruido
  - ¿Dónde, quién, cuándo, qué?
- Del contexto se infiere una determinada situación de un usuario
  - Es difícil conocer realidad y eliminar ambigüedades

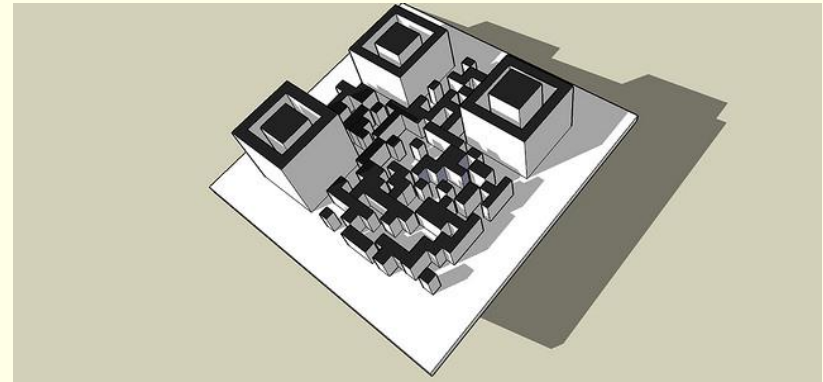
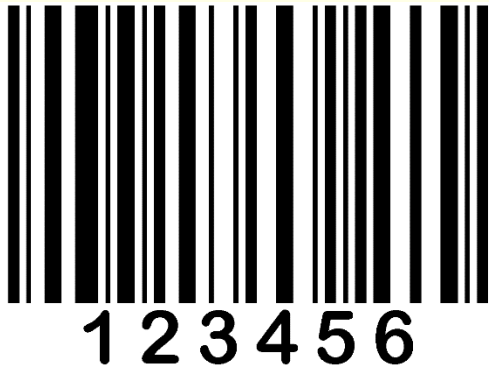
# *Context-aware computing*

- Aplicación cuyo comportamiento depende del contexto
  - Se **adaptan** al contexto
    - Incluye adaptación a limitaciones del dispositivo
- El contexto puede influir en aspectos tales como:
  - Manera de presentar información y servicios
  - Ejecución automática de servicios
  - Etiquetado de datos con info. contexto para posterior uso
- Objetivo final de aplicación *context-aware*
  - Hacer lo querría el usuario en el contexto actual
    - Contexto + intenciones del usuario → acción
  - Ambigüedades en contexto y en expresión de intenciones
    - Prudencia con la pro-actividad



# Sensores

- Determinación de contexto comienza con lecturas de los sensores
- De muy diverso tipo
  - Posición
  - Presencia y proximidad
  - Movimiento (acelerómetros, giróscopos,...)
  - Ambientales (temperatura, luminosidad, humedad,...)
  - Biomédicos (pulso, temperatura corporal,...)
  - Identificación de personas
  - Identificación de objetos
    - Códigos de barras (1D, 2D, 3D), RFIDs (pasivos, semi-pasivos, activos), NFC tags,...



# *RFID vs NFC tag*



<http://news.thomasnet.com/imt/2014/03/04/passive-vs-semi-passive-vs-active-tags-in-rfid>



[http://www.phonearena.com/news/10-clever-uses-for-an-Android-smartphone-with-NFC-and-NFC-tags\\_id64874](http://www.phonearena.com/news/10-clever-uses-for-an-Android-smartphone-with-NFC-and-NFC-tags_id64874)

# Programación de sistemas móviles

- Debería ser similar a la convencional
  - Uso de lenguajes e IDEs productivos
  - *Apps* con GUI y programación basada en eventos
    - Separación vista y controlador
  - Servicios ejecutando en segundo plano
  - Facilidades para configuración (p.e. internacionalización)
- Pero con aspectos específicos:
  - *App* consciente de limitación y variabilidad de recursos
    - P.e. Ser notificada cuando baja la batería o se pierde conectividad
    - Esas limitaciones pueden causar incluso que SO aborte *App*
      - ▶ *App* debe adaptarse a todas estas circunstancias
  - Debe adaptarse a diversidad de dispositivos móviles
  - Uso de entorno de desarrollo cruzado (como sist. empotrados)